

## Improvement in LED circuits, especially for vehicles, signalisation lights and control panels

**Patent number:** EP0793403  
**Publication date:** 1997-09-03  
**Inventor:** MONARD PAUL (FR); HAMZAOUI AZEDINE (FR); RIT JEAN (FR); ANDRIEU MICHEL (FR)  
**Applicant:** VALEO ELECTRONIQUE (FR)  
**Classification:**  
 - international: H05B33/08  
 - european: F21S8/10Q2; H05B33/08D2R  
**Application number:** EP19970101399 19970129  
**Priority number(s):** FR19960002469 19960228

### Also published as:

FR2745458 (A1)  
 EP0793403 (B1)

### Cited documents:

EP0695112  
 EP0633163  
 EP0660648

### Abstract of EP0793403

The illumination circuit includes three parallel branches of LEDs forming "i" lines and "j" columns. The network is connected with each branch connected in series and individual LEDs paralleled up, forming a total of "ij" LEDs. Some of the branches have resistors in parallel (22,23). Each LED circuit has a series resistance and zener diode ( $R_i$ ) placed in series with it.

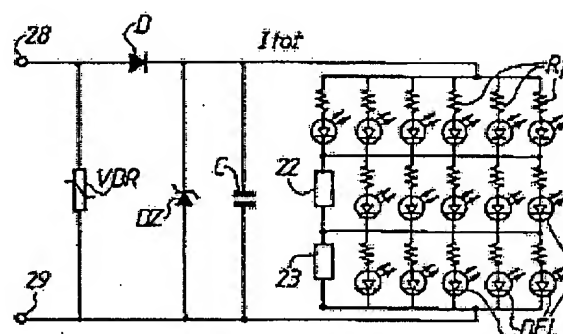


FIG.2

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 793 403 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**19.12.2001 Bulletin 2001/51**

(51) Int Cl.7: **H05B 33/08**

(21) Numéro de dépôt: **97101399.0**

(22) Date de dépôt: **29.01.1997**

(54) **Perfectionnement aux circuits d'illumination à diodes électroluminescentes, notamment pour véhicules automobiles, feu de signalisation et tableau de commande l'incorporant**

Verbesserung von LED-Schaltungen, insbesondere für Kraftfahrzeuge, Stoplichter und Steuerungspaneile

Improvement in LED circuits, especially for vehicles, signalisation lights and control panels

(84) Etats contractants désignés:  
**DE ES GB IT**

(30) Priorité: **28.02.1996 FR 9602469**

(43) Date de publication de la demande:  
**03.09.1997 Bulletin 1997/36**

(73) Titulaire: **VALEO ELECTRONIQUE**  
**94042 Creteil Cédex (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Monard, Paul**  
**92160 Antony (FR)**

• **Hamzaoui, Azédine**  
**93390 Clichy-Sous-Bois (FR)**  
• **Rlt, Jean**  
**94210 La-Varenne-Saint-Hilaire (FR)**  
• **Andrieu, Michel**  
**81660 Pont de l'Arn (FR)**

(74) Mandataire: **Lemaire, Marc**  
**Valeo Vision, 34 Rue Saint André**  
**93012 Bobigny Cédex (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 633 163** **EP-A- 0 660 648**  
**EP-A- 0 695 112**

**EP 0 793 403 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un perfectionnement aux circuits d'illumination à diodes électroluminescentes, notamment pour véhicules automobiles, ainsi qu'un dispositif tel qu'un feu de signalisation ou un tableau de commande, l'incorporant. De tels circuits sont connus par exemple de EP-A-0 695 112.

**[0002]** Il est de plus en plus fréquent d'utiliser comme source lumineuse dans un équipement pour véhicule automobile un ensemble de diodes électroluminescentes en remplacement d'une ou plusieurs lampes à filament utilisées conventionnellement. Il peut s'agir notamment d'un feu stop complémentaire, d'un répétiteur latéral ou d'un feu de signalisation, notamment arrière traditionnel.

**[0003]** A la figure 1, on a représenté un schéma électrique d'un circuit d'illumination conforme à l'art antérieur. Le circuit d'illumination comprend un réseau de diodes électroluminescentes DEL, qui est alimenté par la tension de la batterie à travers un circuit d'alimentation, par l'intermédiaire de deux bornes de connexion 28 et 29.

**[0004]** Le réseau de diodes électroluminescentes DEL comprend en l'espace seize diodes connectées selon un montage mixte parallèle/série comprenant, en série, quatre groupes de quatre diodes électroluminescentes en parallèle. On se référera dans la suite aux « branches » du réseau pour désigner les branches électriques au sens des lois de Kirchhoff (loi des mailles et loi des noeuds) qui contiennent chacune une desdites diodes électroluminescentes DEL sur le schéma de la figure 1.

**[0005]** Un tel montage permet de diminuer la consommation globale du circuit par rapport à un montage qui comprendrait les seize diodes en parallèle, et permet au circuit d'illumination de continuer à fonctionner de façon correcte en cas de défaillance de l'une des diodes électroluminescentes, ce qui ne serait pas le cas dans un montage qui comprendrait les seize diodes en série.

**[0006]** Le circuit d'alimentation comprend classiquement une varistance VDR connectée en parallèle entre les bornes de connexion 28 et 29, une diode D et une résistance R en série, ainsi qu'une diode Zener DZ et un condensateur C en parallèle.

**[0007]** Cependant, au contraire des lampes à filament conventionnelles qui présentent une caractéristique courant/tension sensiblement rectiligne et de pente relativement faible dans l'intervalle de variation de la tension aux bornes batterie, les diodes électroluminescentes sont des composants qui présentent une forte excursion en courant pour de faibles excursions en tension autour d'une tension de conduction nominale.

**[0008]** Or, dans un véhicule, la tension aux bornes de la batterie est susceptible de varier de façon assez importante en fonction de son état de charge et de la température ambiante, classiquement entre 11 et 16 volts.

**[0009]** De plus, la tension de conduction nominale des diodes électroluminescentes disponibles dans le commerce présente, par construction, une dispersion qui peut être importante sur un jeu de composants déterminé, puisqu'elle n'est par exemple garantie par le fabricant qu'entre 1,9 et 2,7 volts.

**[0010]** De ces deux facteurs il résulte que le courant dans les diodes électroluminescentes peut varier de façon sensible selon les diodes électroluminescentes utilisées et selon les conditions de fonctionnement, ce qui engendre des variations d'intensité lumineuse pouvant aller jusqu'à un rapport de 1 à 3.

**[0011]** La présente invention vise à proposer des moyens pour réaliser un montage de diodes électroluminescentes du type d'un réseau mixte parallèle/série présentant une caractéristique d'éclairement faiblement variable en fonction de l'excursion de la tension aux bornes de la batterie et de la dispersion sur la tension de conduction nominale des diodes électroluminescentes utilisées.

**[0012]** Afin de clarifier l'exposé qui suit, on considère que le réseau mixte parallèle/série 30 de la figure 1 est constitué de « lignes » et de « colonnes » de diodes électroluminescentes DEL, par analogie avec la notion mathématique de matrice.

**[0013]** Ainsi, on note  $i$  le nombre de lignes de diodes électroluminescentes DEL mises en série dans le réseau 30, et  $j$  le nombre de colonnes de diodes électroluminescentes DEL mises en parallèle dans ledit réseau.

**[0014]** Il est connu de disposer un nombre  $N$  déterminé de diodes électroluminescentes selon un montage mixte parallèle/série tel que  $i \cdot j = N$ . Par exemple, on connaît des réseaux de seize diodes électroluminescentes à quatre lignes et quatre colonnes ( $N=16$  ;  $i=4$  ;  $j=4$ ), des réseaux de douze diodes électroluminescentes à trois lignes et quatre colonnes ( $N=12$  ;  $i=3$  ;  $j=4$ ), ou encore des réseaux de vingt diodes électroluminescentes à quatre lignes et cinq colonnes ( $N=20$  ;  $i=4$  ;  $j=5$ ).

**[0015]** Dans la pratique, on détermine le nombre minimal de diodes électroluminescentes qu'il faut utiliser dans l'application envisagée en fonction de l'éclairement global requis, et on choisit un nombre  $N$  de diodes qui soit juste supérieur audit nombre minimal et qui s'écrive comme le produit de deux entiers naturels  $i$  et  $j$ . On se limite en effet généralement au premier nombre  $N$  qui convienne pour des raisons de coût des composants, d'encombrement spatial dans l'équipement, et de consommation électrique du circuit d'illumination.

**[0016]** Cependant, ainsi qu'il sera expliqué plus en détails dans la description ci-dessous, il a été constaté que certaines configurations du réseau mixte parallèle/série permettent de réduire l'influence des variations de la tension aux bornes de la batterie et de la dispersion de la tension de conduction des diodes sur le courant total consommé

par le circuit d'illuminations, c'est à dire sur l'éclairage produit par ledit circuit. Ces constatations conduisent à choisir un nombre  $i$  déterminé de lignes du réseau mixte parallèle/série.

[0017] Il est évident qu'il n'est pas forcément possible de respecter cette nouvelle contrainte sans remettre en question les choix effectués en fonction des règles classiques de construction d'un tel réseau.

5 [0018] Ainsi, si l'on a calculé qu'il convient d'utiliser au minimum seize diodes électroluminescentes pour produire l'éclairage requis dans une application donnée, l'homme du métier serait conduit à disposer ces seize diodes dans un réseau à quatre lignes et à quatre colonnes (ou accessoirement un réseau à deux lignes et huit colonnes ou réciproquement). Mais si, comme l'enseigne l'invention on constate qu'un réseau comportant trois lignes produit de meilleurs résultats en termes d'excursion de l'éclairage en fonction des variations de la tension aux bornes de la batterie et de la dispersion des caractéristiques des diodes, alors il lui faudra utiliser un ensemble de dix-huit diodes car ce nombre est le premier qui soit à la fois supérieur à seize et qui soit un multiple de trois.

10 [0019] Or, essentiellement pour des contraintes de place dans un boîtier, il peut s'avérer impossible d'utiliser dix-huit diodes là où il était possible d'en utiliser seize.

15 [0020] L'invention vise à pallier les inconvénients de l'état de la technique précités en proposant des moyens permettant de concilier l'ensemble des règles de construction énoncées ci-dessus.

[0021] En effet l'invention concerne un circuit d'illumination à diodes électroluminescentes alimentées par une tension continue à travers un circuit d'alimentation, notamment pour véhicules automobiles, qui comprend un nombre  $N$  de diodes électroluminescentes disposées dans un réseau mixte parallèle/série comprenant  $i$  lignes et  $j$  colonnes, caractérisé en ce que le produit  $i.j$  est égal à un nombre  $M$  qui est supérieur audit nombre  $N$ , les  $M-N$  branches dudit réseau qui ne comprennent pas de diode électroluminescente comprenant soit un circuit ouvert soit un premier dipôle essentiellement résistif.

[0022] Selon d'autres caractéristiques de l'invention, prises isolément ou en combinaison :

- le réseau comprend un nombre de lignes  $i$  égal à trois ;
- 25 - chaque diode électroluminescente est connectée en série avec un second dipôle essentiellement résistif comprenant une résistance ;
- le premier dipôle essentiellement résistif comprend au moins une résistance ;
- le premier dipôle essentiellement résistif comprend deux résistances de même valeur que la résistance dudit second dipôle essentiellement résistif ;
- 30 - le premier dipôle essentiellement résistif comprend une résistance et une diode en série ;
- le premier dipôle essentiellement résistif comprend une résistance et une diode Zener ;
- la résistance ci-dessus est de même valeur que la résistance du premier dipôle essentiellement résistif et la tension seuil de la diode Zener est de même valeur que la tension de conduction des diodes électroluminescentes ;
- le circuit d'alimentation comprend une diode en série, et une varistance en parallèle ;
- 35 - le circuit d'alimentation comprend également une diode Zener et un condensateur en parallèle.

[0023] L'invention concerne également un feu de signalisation pour véhicule automobile, comprenant un circuit d'illumination tel que décrit ci-dessus.

40 [0024] Elle concerne enfin un tableau de commande, notamment pour installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation pour véhicule automobile, comprenant un circuit d'illumination tel que ci-dessus.

[0025] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description non limitative qui suit, en référence aux dessins annexés qui sont :

- A la figure 1, déjà analysée, un circuit d'illumination selon l'art antérieur ;
- 45 - A la figure 2 : un circuit d'illumination selon la présente invention ;
- A la figure 3 : un diagramme de la caractéristique du courant total consommé par le circuit selon l'invention, en fonction de la tension de la batterie.

50 [0026] Si l'on s'intéresse de nouveau au circuit de la figure 1, on constate que la résistance  $R$  est parcourue par le courant total  $I_{tot}$  qui est consommé par le circuit d'illumination. Ce courant est la somme des  $j$  courants (ici  $j=4$ ) parcourant les  $j$  branches de diodes électroluminescentes connectées en parallèles dans le réseau 30.

[0027] La valeur de la résistance  $R$  est déterminée comme  $j$  fois la valeur du courant nominal  $I_n$  qui doit circuler dans les diodes électroluminescentes DEL. Cette résistance doit être choisie de manière à pouvoir dissiper par effet joule une puissance relativement importante, de l'ordre de 7 Watts (W).

55 [0028] Une telle résistance est un composant relativement cher et volumineux, et, pour des raisons d'encombrement dans le cas par exemple d'une rampe de feu comme un feu stop complémentaire pour véhicule, doit souvent être monté par insertion sur un circuit imprimé distinct de celui sur lequel sont montées les diodes électroluminescentes DEL.

**[0029]** C'est pourquoi, selon un avantage du circuit selon l'invention tel que représenté à la figure 2, elle est remplacée par des résistances  $R_i$  de plus petite valeur et devant dissiper des puissances beaucoup moins élevées (de l'ordre de 0,25W ou 0,5W), qui sont connectées en série avec les diodes électroluminescentes DEL dans chaque branche du réseau 30 comportant une telle diode.

**[0030]** Avantageusement, les résistances  $R_i$  sont des composants à montage en surface (CMS) qui sont de très petite taille et qui existent à relativement bas prix sur le marché. Ceci présente en outre comme avantage le fait que les résistances peuvent être déposées par une machine et soudées à la vague en même temps que les diodes électroluminescentes DEL, sur un même circuit imprimé.

**[0031]** A la figure 2, sur laquelle sur les mêmes éléments qu'à la figure 1, portent les mêmes références, on a représenté un mode de réalisation possible d'un circuit d'illumination selon l'invention.

**[0032]** Ce circuit est alimenté par l'intermédiaire de deux bornes de connexion 28 et 29. Il comprend un réseau 30 réalisé selon un montage mixte parallèle/série, dont certaines branches comprennent une diode électroluminescente DEL en série avec une résistance  $R_i$ , et dont d'autres branches comprennent un dipôle essentiellement résistif 22 ou 23 dont la nature exacte sera explicitée plus loin en regard notamment des figures 3a à 3d.

**[0033]** Le circuit d'alimentation comprend une diode D montée en série pour la protection contre l'inversion de polarité entre les bornes de connexion 28 et 29, ainsi qu'une varistance VDR montée en parallèle et permettant de protéger le circuit d'illumination contre les variations de la tension de la batterie appliquée entre les bornes de connexion 28 et 29.

**[0034]** Le circuit d'alimentation peut également mais non nécessairement comprendre une diode Zener DZ ainsi qu'un condensateur C connecté en parallèle avec le réseau 30 de diodes électroluminescentes DEL.

**[0035]** Les composants D, VDR, DZ, et C ci-dessus, existants sur le marché en tant que composants à montage en surface (CMS), il est possible, selon un avantage de la présente invention, de les déposer à l'aide d'une machine automatique programmable, avec les diodes électroluminescentes DEL et les résistances  $R_i$  sur un même circuit imprimé, et de les souder à la vague ou par refusion en une seule opération.

**[0036]** A la différence du réseau parallèle/série de la figure 1, le réseau parallèle/série 30 de la figure 2 comporte trois lignes ( $i=3$ ) et six colonnes ( $j=6$ ) en sorte qu'il comprend en tout dix-huit branches ( $M=18$ ).

**[0037]** On expliquera plus loin, en regard de la figure 4, les raisons pratiques qui poussent à utiliser un réseau comprenant trois lignes alors que, s'agissant par exemple d'une application dans laquelle seulement seize diodes électroluminescentes DEL sont requises pour atteindre le rayonnement lumineux désiré et dans laquelle, pour des raisons de coût et de place disponible dans le feu devant recevoir le circuit d'illumination, on ne peut se permettre d'utiliser dix-huit diodes électroluminescentes, il serait plus simple de connecter lesdites seize diodes ( $N=16$ ) selon un réseau à quatre lignes et à quatre colonnes.

**[0038]** Selon l'invention le réseau comporte donc N branches qui comprennent une diode électroluminescente DEL éventuellement mais non obligatoirement en série avec une résistance  $R_i$ , et comporte M-N branches qui comprennent un dipôle essentiellement résistif référencé 22 et 23 à la figure 2.

**[0039]** Selon un autre mode de réalisation, les M-N branches du réseau qui ne comprennent pas de diode électroluminescente DEL comprennent un circuit ouvert au lieu et place de tout dipôle, c'est à dire qu'elles ne comprennent rien. Ceci produit un réseau que l'on peut qualifier d'irrégulier puisque, nécessairement, chaque lignes  $i$  ne comprend pas le même nombre  $j$  de diodes en parallèle, avec pour conséquence que les diodes de deux lignes différentes ne sont pas forcément parcourues par le même courant et donc ne produisent pas le même éclairage.

**[0040]** Cet inconvénient peut cependant être acceptable, notamment dans le cas où le circuit d'illumination est utilisé dans un feu comprenant des moyens optiques tels que des prismes ou des lentilles qui atténuent les différences d'éclairage des diodes pour produire un éclairage global uniforme.

**[0041]** Sur les figures 3a à 3d, on a représenté différents modes de réalisation possibles, mais non limitatifs, du dipôle 22 ou 23 qui peut être disposé dans certaines branches du réseau 30 pour se substituer aux M-N diodes électroluminescentes manquant pour compléter ce réseau à M branches.

**[0042]** A la figure 3a, le dipôle comprend une simple résistance 31.

**[0043]** A la figure 3b, il comprend deux résistances 32 et 33 en série, qui, dans un mode de réalisation préféré, ont chacune la même valeur que les résistances  $R_i$  connectées en série avec les N diodes électroluminescentes DEL dans les N autres branches du réseau. Ainsi, le magasin de la machine automatique programmable qui place les composants sur le circuit imprimé lors du montage en usine ne comporte avantageusement qu'une référence de résistances. Ceci limite la multiplicité de références lors des approvisionnements et permet de consommer une quantité plus grande du même composants, donc d'obtenir des prix plus bas auprès des fournisseurs.

**[0044]** A la figure 3c, le dipôle comprend une résistance 34 en série avec une diode (une diode à jonction classique).

**[0045]** A la figure 3d, le dipôle comprend une résistance 36 de même valeur que les N résistances  $R_i$ , en série avec une diode Zener 37 dont la tension de conduction sera avantageusement choisie proche de la tension de conduction des diodes électroluminescentes DEL utilisées dans les N autres branches du réseau.

**[0046]** On s'intéresse maintenant au graphique de la figure 4 sur lequel on a représenté, en abscisse la tension  $V_{bat}$  aux bornes de la batterie, et en ordonnées le courant total  $I_{tot}$  consommé par le circuit d'illumination de la figure 2.

[0047] On écrit l'équation résultant des lois de Kirchoff pour une maille comprenant la diode D et une colonne de  $i$  diodes électroluminescentes DEL en série avec leurs  $i$  résistances  $R_i$ . Sachant que le courant dans ces diodes vaut  $I_{tot}/j$  avec  $j$  le nombre de colonnes du réseau, et en éliminant la variable  $j$  en écrivant  $i \cdot j = M$ , il vient :

$$I_{tot} = \frac{M}{i^2} \cdot \left( \frac{V_{bat} - 0,9}{R_i} \right) - \frac{M}{i} \cdot \frac{V_d}{R_i} \quad (1)$$

[0048] Pour une valeur de  $I_n$  qui produit l'éclairement souhaité dans les diodes valant 55mA, pour une tension  $V_{bat}$  aux bornes de la batterie ayant une valeur de référence  $V_{bato}$  fixée (par exemple 13,5V) et pour une tension de conduction  $V_d$  des diodes électroluminescentes DEL ayant une valeur de référence  $V_{do}$  fixée (par exemple 2,4V), on sait qu'il faut utiliser des résistances  $R_i$  ayant une valeur telle qu'on aura  $I_{tot} = j \cdot I_n = M \cdot I_n / i$ , d'où il vient :

$$R_i = \frac{1}{I_n} \cdot \left( \frac{V_{bato} - 0,9}{i} - V_{do} \right) \quad (2)$$

[0049] Par exemple, pour les valeurs indiquées ci-dessus et avec  $i=3$  et  $j=6$ , on a  $R_i$  qui vaut à peu près 30 Ohms.

[0050] En réécrivant l'équation (1) de la maille pour une valeur  $V_{bat}$  quelconque de la tension aux bornes de la batterie, et en lui intégrant l'expression (2) de  $R_i$ , il vient :

$$I_{tot} = M \cdot I_n \cdot \frac{(V_{bat} - 0,9 - i \cdot V_{do})}{i \cdot [(V_{bato} - 0,9) - i \cdot V_{do}]}$$

[0051] On peut isoler le facteur  $\alpha$  se trouvant devant le terme  $V_{bat}$  dans l'expression ci dessus, d'où l'on tire :

$$\alpha = \frac{M \cdot I_n}{i \cdot [(V_{bato} - 0,9) - i \cdot V_{do}]}$$

[0052] Ce terme  $\alpha$  traduit la dépendance du courant total  $I_{tot}$  consommé par le circuit vis à vis des variations de la tension  $V_{bat}$  aux bornes de la batterie. On peut montrer, par exemple en traçant la courbe de la fonction ci-dessus de  $\alpha$  en fonction de la variable  $i$ , que, dans l'intervalle  $[1;6]$ , le coefficient  $\alpha$  atteint un minimum pour  $i$  proche de trois.

[0053] Ceci est bien la démonstration du fait qu'un réseau parallèle/série comprenant trois lignes ( $i=3$ ) présente un dépendance minimum vis à vis des variations de la tension aux bornes de la batterie.

[0054] Par ailleurs, en réécrivant l'équation (1) de la maille pour une valeur  $V_d$  quelconque de la tension de conduction des diodes électroluminescentes DEL, et en lui intégrant l'expression (2) de  $R_i$ , il vient :

$$I_{tot} = \frac{M \cdot I_n \cdot (V_{bat} - 0,9)}{i \cdot [(V_{bato} - 0,9) - i \cdot V_{do}]} - \frac{M \cdot I_n \cdot V_d}{(V_{bato} - 0,9) - i \cdot V_{do}}$$

[0055] On peut isoler le facteur  $\beta$  se trouvant devant le terme  $V_d$  dans l'expression ci dessus, d'où l'on tire :

$$\beta = \frac{M \cdot I_n}{(V_{bato} - 0,9) - i \cdot V_{do}}$$

[0056] Il est clair que plus  $i$  est petit et plus le coefficient  $\beta$  est petit. Ceci signifie que plus le nombre de lignes du réseau parallèle/série est faible, plus la dépendance du courant total  $I_{tot}$  consommé par le circuit par rapport à la dispersion de la tension de conduction des diodes est faible, ce qui se comprend d'ailleurs intuitivement.

[0057] Des considérations ci-dessus, il ressort donc que l'on a intérêt à utiliser un réseau parallèle/série comportant trois lignes ( $i=3$ ) pour minimiser l'influence sur le courant total consommé par le circuit c'est à dire sur l'éclairement global produit par ce circuit, à la fois vis à vis de l'excursion de la tension aux bornes de la batterie et de la dispersion sur la tension de conduction de diodes électroluminescentes utilisées.

[0058] On a vu plus haut que l'invention propose des moyens pour utiliser un réseau à  $M$  branches,  $M$  se décomposant comme le produit  $i \cdot j$  avec  $i=3$  et  $M$  étant supérieur au nombre  $N$  de diodes effectivement utilisées dans le réseau,

ces moyens consistant à substituer un circuit ouvert ou un dipôle essentiellement résistif aux M-N diodes manquantes.

[0059] A la figure 4, on a par exemple représenté les caractéristiques d'un circuit d'illumination respectivement référencée 41 pour un premier circuit utilisant un réseau selon l'art antérieur, i.e., tel que  $M=N=16$  et  $i=j=4$  (figure 1), et référencée 42 pour un second circuit utilisant un réseau selon l'invention, i.e., tel que  $M=18$ ,  $N=16$ ,  $i=3$  et  $j=6$  (figure 2).

[0060] Pour une tension  $V_{bat}$  aux bornes de la batterie valant  $V_{bato}=13,5V$ , le premier circuit consomme un courant  $I_1$  valant à peu près 220mA et le second circuit consomme un courant  $I_2$  valant à peu près 330mA du fait qu'il comporte six colonnes de diodes au lieu de quatre.

[0061] On voit que la droite 42 est plus aplatie que la droite 41 ce qui traduit la plus faible dépendance du courant total  $I_{tot}$  vis à vis des variations de la tension  $V_{bat}$  aux bornes de la batterie.

[0062] De plus, la droite 42 est susceptible de se déplacer parallèlement à elle même en fonction de la dispersion de la tension  $V_d$  de conduction des diodes électroluminescentes avec une excursion  $E_2$  plus faible que l'excursion correspondante  $E_1$  de la droite 41, ce qui traduit la plus faible dépendance du courant total  $I_{tot}$  vis à vis des variations de ladite tension  $V_d$ .

[0063] Le courant total  $I_{tot}$  du premier circuit peut varier entre une valeur minimale  $I_{min1}$  et une valeur maximale  $I_{max1}$ , alors que le second circuit peut varier entre une valeur minimale  $I_{min2}$  supérieure à ladite valeur  $I_{min1}$  et une valeur maximale  $I_{max2}$  inférieure à ladite valeur  $I_{max1}$ .

[0064] On peut résumer les avantages de l'invention en disant que le point de fonctionnement  $V_{bat}/I_{tot}$  du circuit d'illumination selon l'invention peut déplacer en fonction de l'excursion de la tension aux bornes de la batterie et de la dispersion de la tension de conduction des diodes électroluminescentes dans un parallélogramme 52 dont la surface est beaucoup plus faible que la surface correspondante du parallélogramme 51 d'un circuit conforme à l'art antérieur.

[0065] Il est bien évident que le principe de l'invention s'applique à un circuit d'illumination pouvant contenir un nombre  $N$  quelconque de diodes électroluminescentes, et que les M-N circuits ouverts ou dipôles complétant à  $M$  le réseau parallèle/série peuvent être disposés dans des branches quelconques dudit réseau.

## Revendications

1. Circuit d'illumination à diodes électroluminescentes alimentées par une tension continue à travers un circuit d'alimentation, notamment pour véhicules automobiles, qui comprend un nombre  $N$  de diodes électroluminescentes (DEL) disposées dans un réseau (30) mixte parallèle/série comprenant  $i$  lignes et  $j$  colonnes, **caractérisé en ce que** le produit  $i \cdot j$  est égal à un nombre  $M$  qui est supérieur audit nombre  $N$ , les  $M - N$  branches dudit réseau qui ne comprennent pas de diode électroluminescente comprenant soit un circuit ouvert, soit un premier dipôle essentiellement résistif (22, 23).
2. Circuit selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le réseau comprend un nombre de lignes  $i$  égal à trois.
3. Circuit selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque diode électroluminescente est connectée en série avec un second dipôle essentiellement résistif comprenant une résistance ( $R_i$ ).
4. Circuit selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier dipôle essentiellement résistif (22,23) comprend au moins une résistance (31) ;
5. Circuit selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le premier dipôle essentiellement résistif (22,23) comprend deux résistances (32 et 33) de même valeur que la résistance ( $R_i$ ) dudit second dipôle essentiellement résistif.
6. Circuit selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier dipôle essentiellement résistif comprend une résistance (34) et une diode (35) en série.
7. Circuit selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier dipôle essentiellement résistif comprend une résistance (36) et une diode Zener (37).
8. Circuit selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** ladite résistance (36) est de même valeur que la résistance ( $R_i$ ) du premier dipôle essentiellement résistif et la tension seuil de la diode Zener (37) est de même valeur que la tension de conduction ( $V_{do}$ ) des diodes électroluminescentes (DEL).
9. Circuit selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le circuit d'alimentation comprend une diode (D) en série, et une varistance (VDR) en parallèle.

10. Circuit selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le circuit d'alimentation comprend également une diode Zener (DZ) et un condensateur (C) en parallèle.

11. Feu de signalisation pour véhicule automobile, **caractérisé en ce qu'il** comprend un circuit d'illumination selon l'une de revendications 1 à 10.

12. Tableau de commande, notamment pour installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation pour véhicule automobile, **caractérisé en ce qu'il** comprend un circuit d'illumination selon l'une de revendications 1 à 10.

#### Patentansprüche

1. Schaltung einer an einer Versorgungsgleichspannung liegenden LED-Beleuchtung, insbesondere für Kraftfahrzeuge, welche eine Anzahl N Leuchtdioden (DEL) aufweist, die in einem Netz (30) in kombinierter Parallel-/Reihenschaltung mit i Reihen und j Strängen angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Produkt i.j einer Anzahl M entspricht, die größer ist als die Anzahl N, wobei die Zweige M - N dieses Netzes, die keine Leuchtdioden umfassen, entweder einen offenen Stromkreis oder einen ersten im wesentlichen resistiven Dipol (22, 23) aufweisen.

2. Schaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Netz eine Anzahl von drei Reihen i umfaßt.

3. Schaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede Leuchtdiode mit einem zweiten im wesentlichen resistiven Dipol in Reihe geschaltet ist, welcher einen Widerstand (Ri) aufweist.

4. Schaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste im wesentliche resistive Dipol (22, 23) wenigstens einen Widerstand (31) umfaßt.

5. Schaltung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste im wesentlichen resistive Dipol (22, 23) zwei Widerstände (32 und 33) aufweist, die denselben Wert wie der Widerstand (Ri) des zweiten im wesentlichen resistiven Dipols haben.

6. Schaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste im wesentlichen resistive Dipol einen Widerstand (34) und eine in Reihe geschaltete Diode (35) umfaßt.

7. Schaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste im wesentlichen resistive Dipol einen Widerstand (34) und eine Z-Diode (37) umfaßt.

8. Schaltung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Widerstand (36) denselben Wert hat wie der Widerstand (Ri) des ersten im wesentlichen resistiven Dipols, und **daß** die Schleusenspannung der Z-Diode (37) denselben Wert hat wie die Durchlaßspannung (Vdo) der Leuchtdioden (DEL).

9. Schaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stromkreis eine Diode (D) in Reihenschaltung und einen Varistor (VDR) in Parallelschaltung aufweist.

10. Schaltung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stromkreis auch eine Z-Diode (DZ) und einen Kondensator (C) in Parallelschaltung umfaßt.

11. Signalleuchte für Kraftfahrzeuge, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie eine Beleuchtungsschaltung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 umfaßt.



12. Schalttafel, insbesondere für eine Heizungs-, Lüftungs- und/oder Klimaanlage für Kraftfahrzeuge, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie eine Beleuchtungsschaltung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 umfaßt.

5 **Claims**

1. A lighting circuit having light-emitting diodes supplied with a unidirectional voltage via a power circuit, especially for motor vehicles, and having a number N of light-emitting diodes (LED) disposed in a mixed parallel/series network (30) that comprises i lines and j columns, **characterised in that** the product i.j is equal to a number M which is greater than the said number N, the M-N branches of the said network which do not include any light-emitting diode comprising either an open circuit or an essentially resistive first dipole (22, 23).
2. A circuit according to Claim 1, **characterised in that** the network comprises a number of lines i equal to three.
3. A circuit according to Claim 1, **characterised in that** each light-emitting diode is connected in series with an essentially resistive second dipole which includes at least one resistor (Ri).
4. A circuit according to Claim 1, **characterised in that** the first essentially resistive dipole (22, 23) includes at least one resistor (31).
5. A circuit according to Claim 4, **characterised in that** the first essentially resistive dipole (22, 23) includes two resistors (32 and 33) of the same value as the resistor (Ri) of the said second essentially resistive dipole.
6. A circuit according to Claim 1, **characterised in that** the first essentially resistive dipole includes a resistor (34) and a diode (35) in series.
7. A circuit according to Claim 1, **characterised in that** the first essentially resistive dipole includes a resistor (36) and a Zener diode (37).
8. A circuit according to Claim 7, **characterised in that** the said resistor (36) has the same value as the resistor (Ri) of the first essentially resistive dipole, and the threshold voltage of the Zener diode (37) has the same value as the conduction voltage (V<sub>do</sub>) of the light-emitting diodes (LED).
9. A circuit according to Claim 1, **characterised in that** the power circuit also includes a diode (D) in series and a variable resistance (VDR) in parallel.
10. A circuit according to Claim 9, **characterised in that** the power supply circuit further includes a Zener diode (DZ) and a capacitor (C) in parallel.
11. An indicating light for a motor vehicle, **characterised in that** it includes a lighting circuit according to one of Claims 1 to 10.
12. A control panel, especially for a heating, ventilating and/or air conditioning installation for a motor vehicle, **characterised in that** it includes a lighting circuit according to one of Claims 1 to 10.

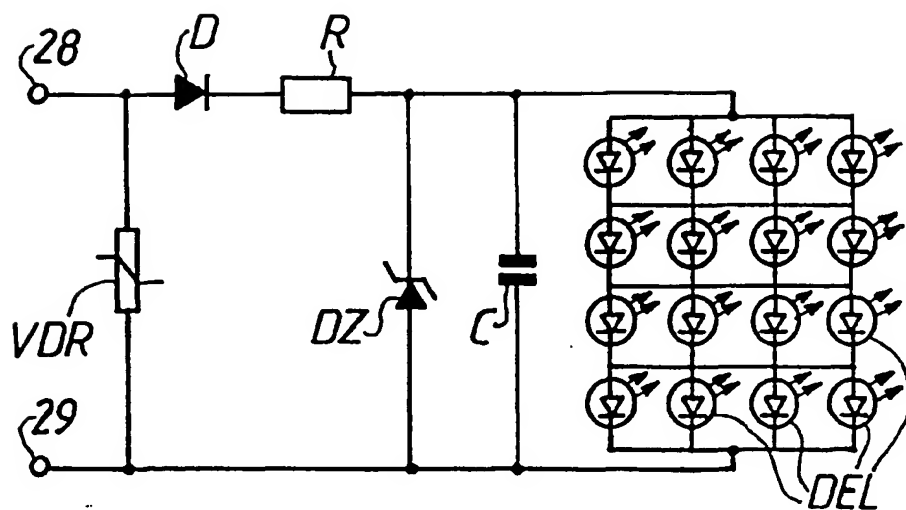


FIG. 1

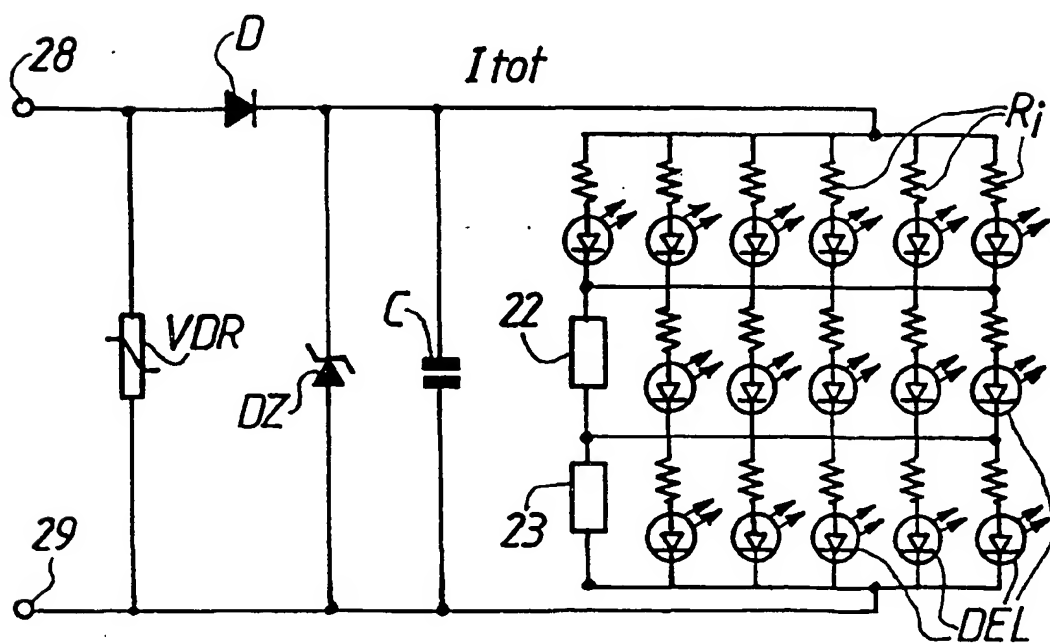


FIG. 2



FIG.3a

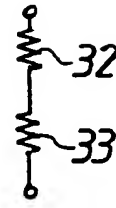


FIG.3b

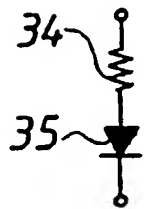


FIG.3c



FIG.3d

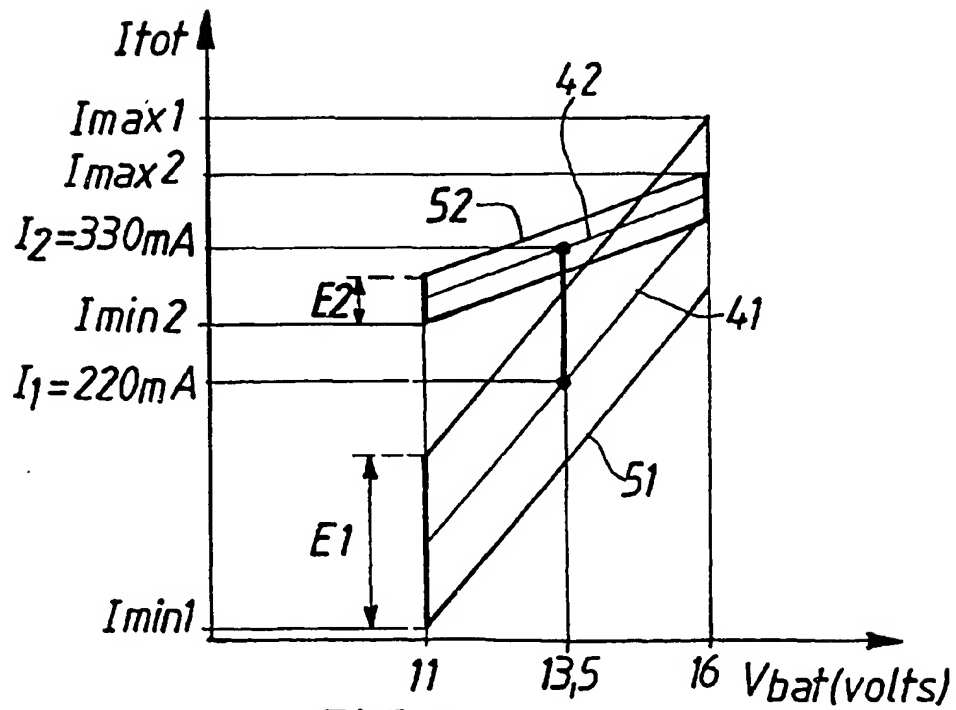


FIG.4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**